

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑲ Numéro de dépôt: 82420155.2

⑤① Int. Cl.³: **C 22 C 38/04**
C 21 D 9/00, C 21 D 8/06
F 16 B 33/00

⑳ Date de dépôt: 15.11.82

③① Priorité: 22.04.82 FR 8207282

④③ Date de publication de la demande:
09.11.83 Bulletin 83/45

④④ Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Demandeur: UGINE ACIERS
10, rue du Général Foy
F-75008 Paris(FR)

⑦② Inventeur: Heritier, Bernard
23, rue Victor Hugo
F-73200 Albertville(FR)

⑦② Inventeur: Maitrepierre, Philippe
Le Paradis Route de Pallud
F-73200 Albertville(FR)

⑦② Inventeur: Rofes-Vernis, Jaime
7, rue H. Daumier
F-13290 St. Mitre-les-Remparts(FR)

⑦② Inventeur: Wyckaert, Alain
18 Bd. Fontaine du Loup
F-13290 St. Mitre-les-Remparts(FR)

⑦④ Mandataire: Vanlaer, Marcel et al,
PECHINEY UGINE KUHLMANN 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cédex 3(FR)

⑤④ Vis et boulons en acier à hautes caractéristiques mécaniques et procédé d'élaboration de ces vis et boulons.

⑤⑦ L'invention concerne des vis, boulons, écrous ou toutes autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques obtenus par matriçage à froid ou à tiède.

Ces pièces sont réalisées en un acier faiblement allié contenant 0,06 à 0,12 % de carbone ainsi que des additions à des teneurs bien déterminées de Si, Mn, Nb, B et Al. La structure à l'état d'utilisation est à prédominance bainitique.

Les pièces obtenues sont utilisées pour les applications dans lesquelles on a besoin d'une charge de rupture élevée associée à une grande ductilité.

VIS ET BOULONS EN ACIER A HAUTES CARACTERISTIQUES
MECANIQUES ET PROCEDE D'ELABORATION DE CES VIS ET
BOULONS

L'invention concerne des vis, boulons, écrous, ou tous autres moyens de fixation en acier et aussi toutes autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques obtenues par matriçage à froid ou à tiède à partir de fil ou de rond laminé à chaud.

5

L'invention concerne plus particulièrement des vis, boulons, écrous ou autres pièces de fixation présentant une charge de rupture supérieure à 800 MPa, une grande ductilité, une grande résistance à la fissuration et à la fatigue, obtenus par matriçage à froid ou à tiède à partir de fil machine laminé à chaud sans traitement thermique ultérieur.

10

Enfin, l'invention concerne également des vis, boulons, écrous ou tous autres moyens de fixation ayant une charge de rupture supérieure à 800 MPa et une structure à prédominance bainitique à l'état d'utilisation.

15

De la façon la plus courante, les vis, boulons, écrous ou autres pièces de fixation à haute résistance mécanique sont réalisés à partir d'acier à teneur en carbone moyenne tel que, par exemple, un acier 32C4, norme NFA 35551 dont la composition est la suivante en % en masse : C 0,30 à 0,35 ; Mn 0,60 à 0,90 ; Si 0,10 à 0,40 ; Cr 0,85 à 1,15. La transformation de cet acier comporte habituellement les étapes suivantes : transformation à chaud à partir d'un lingot ou d'une barre de coulée continue et obtention par laminage à chaud d'un fil ou d'un rond d'un diamètre le plus souvent compris entre 8 et 24 mm. Après un recuit éventuel de sphéroïdisation, ce fil est éventuellement calibré par tréfilage à froid puis transformé par estampage, matriçage, ou frappe à froid en vis, boulons, écrous ou autres pièces de fixation. On réalise ensuite, par usinage ou roulage, les filetages nécessaires. Enfin, la pièce ainsi réalisée subit un traitement thermique de trempe et revenu destiné à lui conférer les caractéristiques mécaniques désirées. Des traitements de finition sont éventuellement appliqués aux pièces traitées pour

20

25

30

améliorer leur aspect ou encore leur précision.

Bien que les produits ainsi obtenus donnent généralement satisfaction, on a recherché la possibilité de simplifier leur procédé d'obtention, en particulier en supprimant le traitement thermique final. Celui-ci doit, en effet, être effectué avec beaucoup de précision et en atmosphère contrôlée si on désire obtenir des caractéristiques mécaniques reproductibles et éviter la décarburation superficielle. Il s'agit donc d'une opération coûteuse, en particulier en ce qui concerne la consommation d'énergie, et qui, de plus, peut nuire à la précision et à la qualité de présentation des pièces obtenues.

Il a été proposé d'éviter la nécessité d'un tel traitement thermique final en faisant appel à un acier présentant à l'état brut de laminage des caractéristiques mécaniques plus élevées de façon que le simple écrouissage après le tréfilage, suivi du matriçage, lui confère les caractéristiques voulues, sans nécessiter de traitement thermique final.

C'est ainsi que, au Congrès de Cincinnati d'Octobre 1980, de l'International Wire Association, HISASHI GONDOH et al (NIPPON STEEL Corp) ont décrit deux nuances d'acier permettant de réaliser des boulons à hautes caractéristiques mécaniques à partir de fil machine étiré puis frappé à froid, sans traitement thermique.

25

Le tableau I ci-dessous donne la composition de ces deux nuances :

| Désignation | C | Si | Mn | P | S | Al | Ti | B | Nb |
|-------------|------|------|------|-------|-------|------|------|--------|------|
| NHF 60 | 0,13 | 0,25 | 1,35 | 0,025 | 0,015 | 0,02 | - | - | 0,04 |
| NHF 90 | 0,08 | 0,70 | 1,65 | 0,020 | 0,012 | 0,01 | 0,10 | 0,0025 | - |

30

Ces aciers ont été transformés à chaud par laminage puis étirés à froid. Les résultats des essais mécaniques montrent que pour un taux d'écrouissage d'environ 20% par étirage à froid, on obtient 790 à 860 MPa de charge de rupture dans le cas de la nuance NHF60 et 1080 à 1100 MPa de charge de rupture dans le cas de la nuance NHF90. On voit que ces deux nuances et, plus particulièrement, la deuxième, permettent d'obtenir des caractéristiques très élevées par simple

35

écrouissage.

Cependant, la nuance NHF 90, dont les caractéristiques mécaniques très élevées sont dues à une addition de Ti et de B ne convient pas à la réalisation par matriçage à froid de boulons comportant une tête, à cause probablement d'une ductilité insuffisante. Il est connu, en effet, que l'addition de titane dans ce type d'acier tend à réduire la ductilité par la formation de nitrures et de carbures de titane qui ont une action fragilisante.

10

On a donc recherché la possibilité d'éviter les additions de titane dans des aciers faiblement alliés à bas carbone, de façon à conserver une très grande ductilité, tout en obtenant, par un matriçage à froid ou à tiède, précédé éventuellement d'un tréfilage, sans aucun recuit intermédiaire, et sans traitement thermique ultérieur, des vis, boulons ou écrous à hautes caractéristiques mécaniques présentant en même temps une ductilité élevée. On a recherché, en particulier, la possibilité de réaliser ainsi des boulons comportant une tête formée par matriçage à froid et ayant une charge de rupture supérieure à 800 MPa, à l'état brut de matriçage tout en présentant une excellente ductilité et une excellente résistance à la fissuration et à la fatigue.

20

On a eu l'idée, suivant l'invention, de faire appel, pour la réalisation de ces vis, boulons, écrous ou autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques, à un acier présentant la composition suivante en % en masse : C 0,060 à 0,120 et de préférence 0,080 à 0,110 ; Si 0,30 à 0,70 ; Mn 1,30 à 2,00 et de préférence 1,50 à 1,80 ; Nb 0,050 à 0,100 ; B 0,0025 à 0,0060 ; Al 0,040 à 0,080 ; N \leq 0,010 ; reste Fe et impuretés habituelles. Cet acier étant le plus souvent élaboré à partir de ferrailles, il peut contenir d'assez nombreuses impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu, Mo, la quantité totale des impuretés métalliques ne dépassant pas environ 1%.

30

On constate qu'un tel acier est particulièrement apte à la transformation par matriçage à froid, précédée éventuellement d'un tréfilage, grâce à une combinaison de caractéristiques mécaniques qui

35

associe une résistance élevée à une grande ductilité.

Suivant les teneurs en éléments d'addition, à l'intérieur des fourchettes de composition, il est, en effet, facile d'obtenir des charges de rupture de l'ordre de 600 à 750 MPa à l'état brut de laminage à chaud puis, après un matriçage à froid, précédé éventuellement d'un étirage à froid d'environ 30 à 50%, on obtient facilement une charge de rupture comprise entre 800 et 1000 MPa.

10 L'une des raisons des performances particulières de cet acier à l'état écroui, est sa structure à prédominance bainitique très fine et homogène. C'est la finesse et l'homogénéité de cette structure, due à l'action combinée de l'addition de niobium et de bore dans un
15 matriçage à froid, ou encore à tiède. Cette structure est obtenue grâce à la réalisation d'un fil par laminage continu à chaud d'une billette de section carrée d'environ 70 à 150 mm de côté, provenant de la transformation d'un lingot ou d'une barre de coulée continue, à une température comprise entre 1150 et 900°C, le fil obtenu étant
20 refroidi de façon contrôlée et relativement rapide jusqu'au-dessous de 600°C. On peut en particulier déposer le fil au fur et à mesure de sa formation sur un convoyeur en spires décalées et accélérer, si besoin est, son refroidissement par un soufflage d'air modéré. Il est donc possible, au moyen de cet acier, de former des boulons com-
25 portant une tête à partir d'un fil machine, brut de laminage à chaud ou ayant subi un étirage à froid, présentant une charge de rupture supérieure à 800 MPa. Les charges de rupture mesurées sur les boulons ainsi formés atteignent couramment des valeurs de 900 à 1000 MPa et même davantage, la ductilité demeurant cependant suffisante
30 pour que le boulon puisse subir avec succès les essais normalisés et en particulier l'essai de cale biaise (Norme NF E27-005).

L'exemple ci-après décrit un mode de réalisation non limitatif d'un boulon suivant l'invention.

35

On élabore un acier ayant la composition en % en masse : C 0,085 ; Si 0,45 ; Mn 1,52 ; Nb 0,060 ; B 0,0049 ; Al 0,071 ; N 0,007 ; Ni 0,14 ; Cr 0,17 ; Cu 0,22 ; Mo 0,05 ; S 0,028 ; P 0,017 ; reste Fe

et impuretés habituelles

Après coulée en lingot et transformation en billettes de section carrée d'environ 100 mm de côté, par des méthodes bien connues de l'homme de l'art, cet acier est laminé en continu à chaud à température comprise entre 1150 et 900°C, jusqu'à obtention d'un fil machine de 11,5 mm de diamètre qui subit un refroidissement contrôlé jusqu'à une température inférieure à 600°C.

Des prélèvements micrographiques effectués à ce stade montrent une structure à prédominance bainitique fine et homogène ayant une grosseur de grain d'environ 9 ASTM. Ce fil est ensuite étiré à froid jusqu'à un diamètre de 8 mm, c'est-à-dire avec un taux de réduction d'environ 50%. Les essais mécaniques effectués à l'état brut de laminage, puis à l'état étiré donnent les résultats suivants :

| | Charge de rupture R(MPa) | Striction Z(%) |
|------------------|-----------------------------|-------------------|
| Brut de laminage | 630 | 65 |
| Etiré | 875 | 45 |

On voit qu'à ce stade, les fils écrouis ont une charge de rupture nettement supérieure à 800 MPa associée à une ductilité élevée. Ces fils sont ensuite directement transformés en boulons par matriçage à froid.

Ce matriçage peut aussi être avantageusement effectué à tiède à une température de préférence comprise entre 100 et 300°C.

De très nombreuses variantes peuvent être apportées au procédé de réalisation de vis, boulons, écrous ou autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques qui vient d'être décrit, sans sortir du domaine de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Vis, boulons, écrous et toutes autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques obtenus à partir de fil ou de rond laminé, caractérisés en ce qu'ils ont la composition suivante en % en masse : C 0,060 à 0,120 ; Si 0,30 à 0,70 ; Mn 1,30 à 2,00 ; Nb 0,050 à 0,100 ; B 0,0025 à 0,0060 ; Al 0,040 à 0,080 ; N \leq 0,010 ; impuretés habituelles parmi lesquelles le total des impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu, Mo ne dépasse pas 1,0 ; reste Fe.
2. Vis, boulons, écrous et toutes autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques obtenus à partir de fil ou de rond laminé, suivant revendication 1, caractérisés en ce qu'ils contiennent en % en masse : C 0,080 à 0,110 et Mn 1,50 à 1,80.
3. Procédé de réalisation de vis, boulons, écrous et autres pièces en acier à hautes caractéristiques mécaniques, caractérisé en ce qu'on élabore un acier ayant la composition suivante en % en masse : C 0,060 à 0,120 ; Si 0,30 à 0,70 ; Mn 1,30 à 2,00 ; Nb 0,050 à 0,100 ; B 0,0025 à 0,0060 ; Al 0,040 à 0,080 ; N \leq 0,010 ; impuretés habituelles parmi lesquelles le total des impuretés métalliques telles que Ni, Cr, Cu, Mo ne dépasse pas 1,0, et en ce qu'on transforme cet acier par laminage à chaud suivi d'un refroidissement contrôlé, puis d'un matriçage précédé éventuellement d'un étirage à froid.
4. Procédé suivant revendication 3, caractérisé en ce que l'acier élaboré contient en % en masse : C 0,080 à 0,110 et Mn 1,50 à 1,80.
5. Procédé suivant revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la transformation à chaud comporte un laminage final continu à chaud d'une billette de section carrée à une température comprise entre 1150 et 900°C, jusqu'à obtention d'un fil d'environ 8 à 24 mm de diamètre, ce fil étant ensuite refroidi de façon contrôlée jusqu'à une température inférieure à 600°C.
6. Procédé suivant revendication 5, caractérisé en ce que le contrôle du refroidissement est en particulier effectué par soufflage d'air sur le fil.

0093218

-7-

7. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le matriçage est effectué à une température voisine de l'ambiante.

- 5 8. Procédé suivant l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le matriçage est effectué à température comprise entre 100 et 300°C.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0093218

Numéro de la demande

EP 82 42 0155

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|--|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. ³) |
| Y | GB-A-1 128 527 (FUJI IRON & STEEL COMPANY LTD.) * Revendications 1,4,8-10 * | 1,2,5 | C 22 C 38/04 C 21 D 9/00 C 21 D 8/06 F 16 B 33/00 |
| Y | --- SU-A- 522 261 (GOLOVANENKO et al.) * Colonnes 3,4 * | 1,2,5 | |
| Y | --- FR-A-2 231 758 (HOOGOVS IJMUIDEN B.V.) * Page 10, lignes 20-30; page 11, lignes 31-40; revendications 4,5 * | 1,2,5 | |
| A | --- DE-A-2 635 188 (R. BOSCH GmbH) * Revendication 1 * | 3,4,8 | |
| A | --- DE-A-2 620 449 (M. ECONOMOPOULOS et al.) * Revendications 1,3 * | 7 | |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. ³) C 22 C C 21 D F 16 B |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 29-07-1983 | Examineur VAN WESTENBRUGGE A. |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | |